

IMAGE PROCESSING UNIT, IMAGE PROCESSING METHOD AND RECORDING MEDIUM

Publication number: JP2002335400

Publication date: 2002-11-22

Inventor: MATSUDA TOYOHISA; MATSUOKA TERUHIKO

Applicant: SHARP KK

Classification:

- international: G06T5/00; H04N1/405; G06T5/00; H04N1/405; (IPC1-7): H04N1/405; G06T5/00

- European:

Application number: JP20010136499 20010507

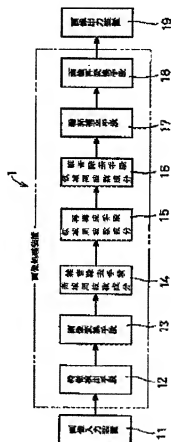
Priority number(s): JP20010136499 20010507

Report a data error here

Abstract of JP2002335400

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image processing unit, an image processing method and a recording medium that can reconfigure a half-tone image generated from a multi-gradation image into the multi-gradation image with high accuracy.

SOLUTION: In the image processing unit 1, a feature detection means 12 detects a feature of a multi-gradation reduced image generated from a half-tone image, an image conversion means 13 divides the half-tone image into a plurality of sub band images with different frequencies, and a low frequency reconfiguration means 15 reconfigures low frequency components including fundamental information to decode the image from the sub band division images on the basis of the multi-gradation reduced image detected by the feature detection means 12. A contour correction means corrects high frequency components of the sub band images on the basis of the low frequency components of the sub band images and an image re-conversion means converts the sub band images into a multi-gradation image. Thus, the multi-gradation image can be restored with high accuracy.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード [*] (参考)
H 0 4 N 1/405		G 0 6 T 5/00	1 0 0 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00	1 0 0	H 0 4 N 1/40	B 5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-136499(P2001-136499)

(22) 出願日 平成13年5月7日(2001.5.7)

(71) 出願人 000003049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 松田 豊久

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(73) 発明者 松岡 舞彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(74) 代理人 100075557

弁理士 西教 圭一郎

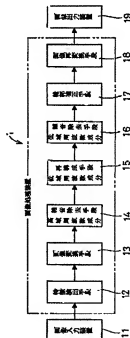
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法および記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、多階調画像から発生させたハーフトーン画像を精度よく、多階調画像に再構成する画像処理装置、画像処理方法および記録媒体を提供する。

【解決手段】 画像処理装置1は、特徴検出手段12でハーフトーン画像から生成した多階調の縮小画像の特徴を検出し、また画像変換手段13によってハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割して、この分割サブバンド画像のうち画像を復元する上で基本となる情報が含まれている低域周波数成分を、特徴検出手段12で検出した多階調の縮小画像に基づいて低域周波数再構成手段15で再構成する。また、輪郭補正手段によってサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高域周波数成分を補正し、画像再変換手段によってサブバンド画像を多階調画像に変換するので精度よく多階調画像を復元することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力されたハフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理装置において、ハフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この縮小画像の特徴を検出する特徴検出手段と、ハフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する画像変換手段と、

前記特徴検出手段によって検出された縮小画像の特徴を用いて、前記画像変換手段で分割されたサブバンド画像の低域周波数成分を再構成する低域周波数成分再構成手段と、

サブバンド画像から多階調画像を構成する画像再変換手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記画像変換手段で分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する低域周波数成分雑音除去手段を備えることを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記画像変換手段で分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する高域周波数成分雑音除去手段と、

前記画像変換手段で変換された分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高周波成分を補正することによって輪郭を補正する輪郭補正手段とを備えることを特徴とする請求項1または2記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記低域周波数成分雑音除去手段は、注目画素とその近傍画素とから成るブロックを抽出して、近傍画素の濃度の平均値に近づくように注目画素の濃度を変換することによって雑音を除去することを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記高域周波数成分雑音除去手段は、分割されたサブバンド画像の周波数スペクトルを求め、この周波数スペクトルからサブバンド画像の帯域に応じて高域周波数成分の雑音を除去することを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記特徴検出手段は、多階調の縮小画像から濃度ヒストグラムを求めることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の画像処理装置。

【請求項7】 入力されたハフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理方法において、

ハフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この縮小画像の特徴を検出する特徴検出工程と、ハフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する画像変換工程と、

前記特徴検出工程によって検出された縮小画像の特徴を用いて、前記画像変換工程で分割されたサブバンド画像の低域周波数成分を再構成する低域周波数成分再構成工程と、

サブバンド画像から多階調画像を構成する画像再変換工程とを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項8】 分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する低域周波数成分雑音除去工程を含むことを特徴とする請求項7記載の画像処理方法。

【請求項9】 分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する高域周波数成分雑音除去工程と、

分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高周波成分を補正することによって、輪郭を補正する輪郭補正工程とを含むことを特徴とする請求項7または8記載の画像処理方法。

【請求項10】 入力されたハフトーン画像を多階調画像に変換する際に、

ハフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この縮小画像の特徴を検出する特徴検出工程と、

ハフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する画像変換工程と、前記特徴検出工程によって検出された縮小画像の特徴を用いて、前記画像変換工程で分割されたサブバンド画像の低域周波数成分を再構成する低域周波数成分再構成工程と、

サブバンド画像から多階調画像を構成する画像変換工程とを含む画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項11】 分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する低域周波数成分雑音除去工程を含む画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した請求項10記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項12】 分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する高域周波数成分雑音除去工程と、

分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高周波成分を補正することによって輪郭を補正する輪郭補正工程とを含む画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した請求項10または11記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、多階調画像から発生させたハフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理装置、画像処理方法および記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、多階調画像から発生させたハフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理においては、多階調画像からハフトーン画像を発生させるハフトーン処理の特性を考慮したものが多く、たとえば、ハフトーン処理としてディザ処理を用いた場合には、

ディザマトリクスを考慮してハーフトーン画像を多階調画像に変換する。また、ハーフトーン処理として誤差拡散処理を用いた場合には、誤差拡散の特性、たとえば誤差拡散係数を考慮してハーフトーン画像を多階調画像に変換する。また、ハーフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理装置が、特開平10-98628号公報に開示されている。特開平10-98628号公報に開示されている画像処理装置では、ハーフトーン画像を複数のサブバンド画像に分解し、複数のサブバンド画像から高域周波数成分の雑音とパターン内の少なくとも1つを選択的に除去し、複数のサブバンド画像を多階調画像に再構成することによって、ハーフトーン画像から多階調画像を作成する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のハーフトーン処理を考慮した画像処理では、特定のハーフトーン画像しか精度よく多階調画像に変換することができない。たとえば、ハーフトーン処理としてディザ処理を用いることを前提とした画像処理装置では、ハーフトーン処理として誤差拡散処理を用いたハーフトーン画像を精度よく多階調画像に変換することは難しい。逆に、ハーフトーン処理として誤差拡散処理を用いることを前提とした画像処理装置では、ハーフトーン処理としてディザ処理を用いたハーフトーン画像を精度よく多階調画像に変換することは難しい。

【0004】また、特開平10-98628号公報に開示される画像処理装置では、ハーフトーンパターンなどの高周波パターンを除去することは可能であるが、サブバンド画像の低域周波数成分(Ｌ成分)については何ら処理を行っていない。したがって、雑音を除去した後、復元された多階調画像のヒストグラム分布はハーフトーン画像の余韻を強く残している。このため、復元された多階調画像にスムージング処理を行う必要が生じるので、輪郭などのエッジ成分を保存することが難しい。

【0005】本発明の目的は、多階調画像から発生させたハーフトーン画像を精度よく多階調画像に変換する画像処理装置、画像処理方法および記録媒体を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力されたハーフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理装置において、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この縮小画像の特徴を検出する特徴検出手段と、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する画像変換手段と、前記特徴検出手段によって検出された縮小画像の特徴を用いて、前記画像変換手段で分割されたサブバンド画像の低域周波数成分を再構成する低域周波数成分再構成手段と、サブバンド画像から多階調画像を構成する画像再変換手段とを備えることを特徴とする画像処理装置である。

【0007】本発明に従えば、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この多階調の縮小画像の特徴を検出し、画像変換手段によってハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割し、このサブバンド画像のうち多階調画像を再構成する上で基本となる情報が含まれている低域周波数成分を、多階調の縮小画像によって再構成して、この再構成された低域周波数成分を用い、画像再変換手段によってサブバンド画像を多階調画像に変換するので、再構成された多階調画像ではハーフトーン画像の余韻を抑制でき、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0008】また本発明は、前記画像変換手段で分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する低域周波数成分雑音除去手段を備えることを特徴とする。

【0009】本発明に従えば、低域周波数成分雑音除去手段によってサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去することができ、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0010】また本発明は、前記画像変換手段で分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する高域周波数成分雑音除去手段と、前記画像変換手段で変換された分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高域周波数成分を補正することによって輪郭を補正する輪郭補正手段とを備えることを特徴とする。

【0011】本発明に従えば、高域周波数成分雑音除去手段によってサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去し、輪郭補正手段によってサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高域周波数成分を補正するので、必要な情報が高域周波数成分雑音除去手段によって除去されたとしても、輪郭補正手段によって高域周波数成分の補正を行うので画像の輪郭が補正される。このため、画像に必要なエッジの損失を抑えることができハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0012】また本発明は、前記低域周波数成分雑音除去手段は、注目画素とその近傍画素とから成るブロックを抽出して、近傍画素の濃度の平均値に近づくように注目画素の濃度を交換することによって雑音を除去することを特徴とする。

【0013】本発明に従えば、注目画素とその近傍画素とから成るブロックを抽出して、近傍画素の濃度の平均値に近づくように注目画素の濃度を交換する。たとえば注目画素とその近傍画素との濃度の差分の絶対値を求め、この絶対値が予め定められた閾値よりも大きくなる近傍画素の数が所定数以上存在すると、注目画素の濃度を、前記濃度の差分の絶対値が平均値よりも大きくなる近傍の濃度の平均値に置き換えることによって、エッジを保存したまま孤立点などの雑音を除去

することができる。

【0014】また本発明は、前記高域周波数成分分離音除去手段は、分割されたサブバンド画像の周波数スペクトルを求め、この周波数スペクトルからサブバンド画像の帯域に応じて高域周波数成分の雑音を除去することを特徴とする。

【0015】本発明に従えば、分割されたサブバンド画像の周波数スペクトルを求め、この周波数スペクトルからサブバンド画像の帯域に応じて高域周波数成分の雑音を除去するので、効率的に雑音を除去することができる。

【0016】また本発明は、前記特徴検出手段は、多階調の縮小画像から濃度ヒストグラムを求めることを特徴とする。

【0017】本発明に従えば、特徴検出手段は、多階調の縮小画像から濃度ヒストグラムを求めるので、復元後の多階調画像のヒストグラム分布を推定することができる。

【0018】また本発明は、入力されたハーフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理方法において、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この縮小画像の特徴を検出する特徴検出工程と、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する画像変換工程と、前記特徴検出工程によって検出された縮小画像の特徴を用いて、前記画像変換工程で分割されたサブバンド画像の低域周波数成分を再構成する低域周波数成分再構成工程と、サブバンド画像から多階調画像を構成する画像再変換工程とを含むことを特徴とする画像処理方法である。

【0019】本発明に従えば、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この多階調の縮小画像の特徴を検出し、また、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割し、このサブバンド画像のうちの低域周波数成分を再構成する上で基本となる情報が含まれている低域周波数成分を、多階調の縮小画像によって再構成した後、サブバンド画像を多階調画像に変換するの順で、再構成された多階調画像ではハーフトーン画像の余韻を抑制でき、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0020】また本発明は、分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する低域周波数成分分離音除去工程を含むことを特徴とする。

【0021】本発明に従えば、サブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去することができ、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0022】また本発明は、分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する高域周波数成分分離音除去工程と、分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高域周波数成分を補正することによって、輪郭を補正する輪郭補正工

程を含むことを特徴とする。

【0023】本発明に従えば、サブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去し、サブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいてサブバンド画像の高域周波数成分を補正するので、画像の輪郭が補正される。したがって、画像に必要なエッジの損失を抑制することができる。

【0024】また本発明は、入力されたハーフトーン画像を多階調画像に変換する際に、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この縮小画像の特徴を検出する特徴検出工程と、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する画像変換工程と、前記特徴検出工程によって検出された縮小画像の特徴を用いて、前記画像変換工程で分割されたサブバンド画像の低域周波数成分を再構成する低域周波数成分再構成工程と、サブバンド画像から多階調画像を構成する画像変換工程とを含む画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0025】ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成し、この多階調の縮小画像の特徴を検出し、また、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割し、このサブバンド画像のうちの多階調画像を再構成する上で基本となる情報が含まれている低域周波数成分を、多階調の縮小画像によって再構成した後、サブバンド画像を多階調画像に変換する画像処理方法をコンピュータが読み取り実行することができる。これにより、再構成された多階調画像ではハーフトーン画像の余韻を抑制でき、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0026】また本発明は、分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する低域周波数成分分離音除去工程を含む画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0027】本発明に従えば、サブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する画像処理方法をコンピュータが読み取り実行することができ、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0028】また本発明は、分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去する高域周波数成分分離音除去工程と、分割されたサブバンド画像のうちの低域周波数成分に基づいて、サブバンド画像の高域周波数成分を補正することによって輪郭を補正する輪郭補正工程とを含む画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0029】本発明に従えば、サブバンド画像のうちの低域周波数成分の雑音を除去し、サブバンド画像のうちの

の低域周波数成分に基づいてサブバンド画像の高域周波数成分を補正する画像処理方法をコンピュータが読み取り実行することができ、画像の輪郭が補正される。したがって、画像に必要なエッジの損失を抑制することができ、ハーフトーン画像から精度よく多階調画像を復元することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態である画像処理装置1の構成を示すブロック図である。画像処理装置1は、画像入力装置11から入力した、たとえば図2(a)に示すようなハーフトーン画像を、図2(b)に示すような多階調画像に変換して、画像出力装置19に出力する装置である。画像処理装置1は、特徴検出手段12、画像交換手段13、高域周波数成分雑音除去手段14、低域周波数成分再構成手段15、低域周波数成分雑音除去手段16、輪郭補正手段17、および画像再交換手段18を含み構成される。

【0031】画像入力装置11は、たとえば、スキャナ、またはデジタルカメラなどであり、また、MO（光磁気ディスク）およびDVD-RAM（Digital Versatile Random Access Memory）などの記録媒体にハーフトーン画像が記録されている場合は、これらの記憶媒体から画像を読み出す装置であってもよい。さらに、画像入力装置11は、ネットワークなどを介してハーフトーン画像を取り込む場合には、モデムなどの通信手段であってもよい。

【0032】画像出力装置18は、たとえば液晶表示装置やCRT（Cathode Ray Tube）などの画像表示装置、電子写真式またはインクジェット方式などを用いた画像形成装置である。

【0033】以下、画像処理装置1の構成について、図3に示す画像処理装置1の動作処理を示すフローチャートと共に説明する。画像処理装置1に画像入力装置11からハーフトーン画像が入力されると、特徴検出手段12は、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を形成し、その縮小画像の特徴であるヒストグラム分布を作成する（ステップS1）。次に、画像交換手段13が、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する（ステップS2）。次に、高域周波数成分雑音除去手段14は、画像交換手段13で分割されたサブバンド画像から高周波数成分に存在する高周波パターンなどの雑音（ハーフトーン処理後に見られるドットのエッジなど）を除去する（ステップS3）。次に、低域周波数成分再構成手段15は、特徴検出手段12で検出した縮小画像の特徴に基づいて、低域周波数成分を再構成する（ステップS4）。次に、低域周波数成分雑音除去手段16は、孤立点などの雑音を除去する（ステップS5）。次に、輪郭補正手段17は、高域周波数成分の輪郭を補正する（ステップS6）。最後に画像再交換手段18は、サブバンド画像を多階調画像に再構成する

（ステップS7）。

【0034】以下に、画像処理装置1の構成をさらに詳細に説明する。特徴検出手段12は、ハーフトーン画像から多階調の縮小画像を生成する。ハーフトーン画像を256階調の画像に再構成する場合は、入力されたハーフトーン画像の16画素×16画素（256画素）のブロックを1画素と見なし、そのブロック内の画素値の総和を縮小画像の画素値として取り扱うことによって、水平方向および垂直方向にそれぞれ1/16倍された256階調の縮小画像を得る。そして、256階調の縮小画像の特徴として各階調の画素分布を示すヒストグラムを求める。

【0035】画像交換手段13は、ハーフトーン画像を複数の異なる周波数のサブバンド画像に分割する。ハーフトーン画像を256階調の画像に再構成する場合では、ハーフトーン画像の階調の度数が0および1となる画素をそれぞれ階調の度数が0および255となるように置き換えた後、離散ウェーブレット変換を行うことによってサブバンド画像を生成する。本実施形態では、離散ウェーブレット変換を用いるが、離散ウェーブレット変換以外にもQMF（Quadrature Mirror Filter）バンク、CQF（Conjugate Quadrature Filter）バンク、またはSSKF（Symmetric Short Kernel Filter）バンクなどのサブバンドを用いた帯域分割法や、離散コサイン変換、離散サイン変換、または離散フーリエ変換などを用いて周波数領域に変換した後に、周波数領域（帯域周波数）ごとに分割を行う帯域分割法などの方法を用いてサブバンド画像を生成してもよい。

【0036】ここで、ウェーブレット変換について説明する。図4は、ウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ分割処理および再構成処理を示すブロック図である。H_i(Z)は、入力画像（ハーフトーン画像）をサブバンド画像に分割するとき使用するフィルタバンクであり、F_i(Z)は、サブバンド画像から画像（連続階調画像）を再構成するとき使用するフィルタバンクである。また、↑2は、アップサンプリング（画像の再構成処理）、↓2は、ダウンサンプリング（画像の再構成処理）を表す。また、ここではツリー構成を2段としている。フィルタバンクとして2分割フィルタバンクH₁(i=0, 1)を用い、H₀をローパスフィルタとし、H₁をハイパスフィルタとする。画像交換手段13の各ブロック20は、H_i(Z)通過後のサブバンド出力力がダウンサンプリングされることとし、各ブロック21は、F_i(Z)通過後のサブバンド出力力がアップサンプリングされることを示す。このとき、図4に示したウェーブレット変換処理によって、ハーフトーン画像を複数のサブバンド画像に分割することができる。

【0037】図5は、画像交換手段13で、実際に入力ハーフトーン画像をサブバンド画像に分割する2次元の離散ウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ

分割処理を示す図である。まず、垂直方向ローパスフィルタ31、垂直方向ハイパスフィルタ32を用いて、垂直方向ローパス成分を垂直方向L成分、垂直方向ハイパス成分を垂直方向H成分として算出し、ハーフトーン画像を垂直方向に2分割する。更に、垂直方向L成分に対して水平方向ローパスフィルタ33および水平方向ハイパスフィルタ34を用い、垂直方向H成分に対して水平方向ローパスフィルタ35、水平方向ハイパスフィルタ36を用いてそれぞれの成分を2分割する。画像変換手段13では、垂直方向ローパス成分でかつ水平方向ローパス成分をL成分、垂直方向ハイパス成分でかつ水平方向ローパス成分をHL成分、垂直方向ローパス成分でかつ水平方向ハイパス成分をLH成分、垂直方向ハイパス成分でかつ水平方向ハイパス成分をHH成分として4つの成分を算出する。

【0038】図6は、入力ハーフトーン画像をウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ分割処理を行った結果を示す図である。本実施形態では、ハーフトーン画像をL成分、HL成分、LH成分、HH成分の4

$$F(u, v) = \sum_m \sum_n f(m, n) \exp(-2\pi i u j / N1) \exp(-2\pi i v j / N2) \dots (1)$$

但し、mは画像の水平方向の座標(m=0, 1, ..., N1-1)、nは画像の垂直方向の座標(n=0, 1, ..., N2-1)、N1およびN2は離散フーリエ変換処理を行う画

$$F(u, v) = a(u, v) + i b(u, v)$$

但し、iは虚数を表す。したがって周波数スペクトル

$$|F(u, v)| = \sqrt{a(u, v)^2 + b(u, v)^2} \dots (3)$$

【0041】このように、フーリエ変換を行う際に、画像の水平方向の座標をm、画像の垂直方向の座標をnとして設定して、周波数スペクトルを求めると、図7に示すように画像の中央部41が高周波成分、対角方向42が低周波成分となる。よって、水平方向高域周波数成分、垂直方向高域周波数成分、水平垂直方向高域周波数の周波数スペクトル領域を模式的に示すと、それぞれ図8、図9、図10のHで示した領域となる。

【0042】したがって、たとえば、サブバンド画像のHL成分では、本来、水平方向の高域周波数成分を抽出したいHL成分に含まれる周波数スペクトルのうち垂直方向高域周波数成分(図9)、水平垂直方向高域周波数成分(図10)のHで示した部分の周波数スペクトルを0に置き換えることによって、おおまかな高周波雑音を

$$f(m, n) = \sum_u \sum_v F(u, v) \exp(-2\pi i u j / N1) \exp(-2\pi i v j / N2) \dots (4)$$

但し、uは水平方向空間座標、vは垂直方向空間座標、N1、N2は離散フーリエ変換を行う画像サイズ、f(m, n)は画像信号、F(u, v)はフーリエ行列を表す。以上の処理を行うことによって、サブバンド画像のHL成分、LH成分、HH成分から不要な高周波成分を除去することができる。

【0044】一方、サブバンド画像のL成分には画像を復元する上で基本となる情報を含んでいるので、上述したようなHL成分、LH成分、HH成分に対して行

ったサブバンド画像に分割しているが、図6に示すように、サブバンド画像のL成分をさらにウェーブレット変換によってLLL成分、LLH成分、LHL成分、LHLL成分、LHLH成分に分割してもよい。また、分割されたサブバンド画像から多階調の画像を再構成する画像再変換手段19については後述する。

【0039】次に、高域周波数成分除去手段14について説明する。高域周波数成分を含むサブバンド画像のHL成分、LH成分、HH成分には多くの雑音(たとえば、高周波パターンなど)が含まれていることが予想される。したがって、これらの雑音を高域周波数成分除去手段14によって除去する。以下に、高周波パターンなどの雑音を除去する具体的な方法について説明する。まず、画像変換手段13によって分割したサブバンド画像のHL成分、LH成分、HH成分に対して離散フーリエ変換を行い、各成分の周波数スペクトルを求める。

【0040】離散フーリエ変換の式を以下の式(1)に示す。

像サイズ、f(m, n)は画像信号、F(u, v)はフーリエ行列を表す。また、F(u, v)は複素数であるから、F(u, v)は式(2)で表される。

$$F(u, v) = a(u, v) + i b(u, v) \dots (2)$$

F(u, v)は式(3)で表される。

$$|F(u, v)| = \sqrt{a(u, v)^2 + b(u, v)^2} \dots (3)$$

除去することが可能となる。同様に、LH成分については、LH成分に含まれる水平方向高域周波数成分(図8)、水平垂直方向高域周波数成分(図10)のHで示した部分の周波数スペクトルを0に置き換えることによって、高周波雑音の除去を行う。また、HH成分については、HH成分に含まれる水平方向高域周波数成分(図8)、垂直方向高域周波数成分(図9)のHで示した部分の周波数スペクトルを0に置き換えることによって高周波雑音の除去を行う。

【0043】次に、離散逆フーリエ変換を行うことによって、高周波雑音を除去したサブバンド画像のHL成分、LH成分、HH成分を求める。離散逆フーリエ変換の式を以下の式(4)に示す。

$$f(m, n) = \sum_u \sum_v F(u, v) \exp(-2\pi i u j / N1) \exp(-2\pi i v j / N2) \dots (4)$$

れるような処理ではなく、後述する低域周波数成分再構成手段15および低域周波数成分雑音除去手段16によって別の処理を行う。

【0045】次に、低域周波数成分再構成手段15について詳細に述べる。前記特徴抽出手段12によって生成された縮小画像は、画像の特徴を表すのに適した画像であるので、多階調画像に再構成された画像のヒストグラムは縮小画像のヒストグラムと似ていることが望ましい。このため、まず、サブバンド画像のL成分の強度

ヒストグラムを生成する。そして、サブバンド画像のL成分の濃度ヒストグラムが、前記特徴検出手段12によって求めた縮小画像のヒストグラムと同様の分布となるように、L成分の濃度ヒストグラムの変換を行う。

【0046】図11は、低域周波数成分再構成手段15の、サブバンド画像のL成分のヒストグラムの変換処理動作を示すフローチャートである。図11に示す低域周波数成分再構成手段15の処理動作は、図3のステップS4で行われる。ここでは、 m 、 n をそれぞれ水平方向の位置および垂直方向の位置、L成分を $L(m, n)$ とし、L成分の各階調値毎の度数を示すヒストグラム $Hist(i)$ ($i=0 \sim N-1$ 、ここで N は階調数を表す)を求める。いま、特徴算出手段12によって求めた縮小画像の各階調値毎の度数を示すヒストグラムを $hists(i)$ ($i=0 \sim N-1$ 、ここで N は階調数を表す)とすると、 $hists(i)$ ($i=0 \sim N-1$)の総和は、 $Hist(i)$ ($i=0 \sim N-1$)の総和の $4/N$ (但し、1オクターブ分割のとき)となる。

【0047】まず、ステップS41で、 $i=0$ 、 $count=0$ 、 $sum=Hist(0)$ 、 $sums=0$ とし、各パラメータを初期値に設定し、ステップS42に進む。ステップS42では、 $sum/hists[count] \times N/N/4$ よりも大きいかを否かを判断する。ここでは、階調数0のL成分の度数と縮小画像の度数とを比較する。ここで、 $sum/hists[count] \times N/N/4$ よりも小さい場合には、ステップS43に進む。ステップS43では、L成分中の $L(m, n)=i$ を満たすL成分のうち、まだ $count$ に置き換えられていない値をすべて $count$ に置き換え、置き換えた画像を $sums$ に加える。次にステップS44に進み、 i を1増加させ、 sum に階調数 i のヒストグラムの度数である $Hist(i)$ を加え、ステップS45に進む。

【0048】一方、ステップS42で、 $sum/hists[count] \times N/N/4$ 以上のときには、ステップS46に進む。ステップS46では、L成分中の $L(m, n)=i$ を満たす成分のうち、 $hists[count] \times N/4 - sums$ 個の要素を $count$ に置き換え、ステップS47に進む。ステップS47では、 sum を $sum+hists[count] \times N/4$ との差分で置き換え、 $count$ を1増加させ、 $sums$ を0に設定し、ステップS45に進む。

【0049】ステップS45では、 $count$ が $N-1$ と等しいか否かを判断する。ここで、 $count$ は $N-1$ ではないと判断されると、ステップS42に進み、 $count$ が $N-1$ となるまで上述した動作を繰り返す。一方、ステップS45で、 $count$ が $N-1$ であると判断された場合には、 $L(m, n)=i$ を満たすL成分のうち、まだ $count$ に置き換えられていない値をすべて $count$ で置き換えて処理動作を終了する。

【0050】上述したサブバンド画像のL成分のヒストグラムの変換処理動作について、たとえば、L成分

の画像を4階調の画像に再構成する際の例を用いて具体的に示す。この例では、原画像のサイズは128画素 \times 128画素とする。

【0051】まず4階調の縮小画像のヒストグラムが、 $hists(0)=1024$ 、 $hists(1)=768$ 、 $hists(2)=1280$ 、 $hists(3)=1024$ であるとすると、このときの縮小画像の画素の総和は4096 (64×64)である。この縮小画像のヒストグラムを図12(a)示す。

【0052】したがって、目標とするL成分のヒストグラムは、 $Hist(0)=1024 \times N/4$ 、 $Hist(1)=768 \times N/4$ 、 $Hist(2)=1280 \times N/4$ 、 $Hist(3)=1024 \times N/4$ である。今、階調数は4であるので、 $Hist(0)=1024$ 、 $Hist(1)=768$ 、 $Hist(2)=1280$ 、 $Hist(3)=1024$ となる。

【0053】また、実際に求めたL成分のヒストグラムが、 $Hist(0)=1280$ 、 $Hist(1)=768$ 、 $Hist(2)=768$ 、 $Hist(3)=1280$ である。今、階調数は4である。このL成分のヒストグラムを図12(b)に示す。

【0054】まず、ステップS41で、 $i=0$ 、 $count=0$ 、 $sum=Hist(0)$ 、 $sums=0$ とし、各パラメータを初期値に設定し、ステップS42に進む。ステップS42では、 $sum/hists[count] \times N/N/4$ よりも大きいかを否かを判断する。ここでは、 $i=0$ で $Hist(0)=1280$ であり、目標とするヒストグラムの値1024よりも大きくなるので、ステップS46に進む。ステップS46では、 $L(m, n)=i=0$ を満たすL成分のうち、1024 ($hists[count] \times N/N/4 - sums=1024 \times 4/4 - 0=1024$)個の画素を全て $count$ に置き換え、ステップS47に進む。ステップS47では、 sum を $sum - (hists[count] \times N/4 - sums)=256$ とし、 $count$ を1にし、 $sums=0$ とする。次に、ステップS45に進み、 $count$ は3ではないので、ステップS42に戻る。

【0055】ステップS42では、再び $sum/hists[count] \times N/N/4$ よりも大きいかを判断する。いま、 $sum=256$ であり、目標とするヒストグラムの値1024よりも小さくなるので、ステップS43に進む。ステップS43では、L成分中の画素で、 $L(m, n)=i=0$ を満たす画素のうち、まだ $count$ で置き換えられていない256画素 (前記ステップS46では、 $L(m, n)=0$ を満たす画素のうち、1024個を $count$ で置き換えているので、 $count$ で置き換えられていない画素は256となる)を全て1に置き換え、 $count$ で置き換えた画素数を $sums$ に加えて $sum=256$ とする。次に、ステップS44に進み、 i を1にして、 sum に $Hist(i)=768$ を加えて $sum=1024$ として、ステップS45に進む。ステップS45では、 i が3で

はないので、ステップS42に戻る。

【0056】ステップS42では、 $\text{sum}=1024$ であり、 $\text{hist.s}[\text{count}] \times N/4 = 768$ よりも大きくなるためステップS46に進み、 $L(m, n) = 1$ を満たす L 成分のうち512個($\text{hist.s}[1] \times N/4 - \text{sum} = 768 - 256 = 512$)個の画素を $\text{count}=1$ に置き換える。そして、 sum を256 ($\text{sum} - \text{hist.s}[1] \times N/4 = 1024 - 768 = 256$)とし、 count を2として、 sum.s を0に更新する。

【0057】以下、ステップS42～ステップS45の間の各ステップを繰り返して行う。今、ステップS45で、 $\text{count}=3$ となるとき、その他のパラメータは、 $\text{sum}=1024$ 、 $\text{sum.s}=0$ 、 $i=3$ となり、ステップS6で $L(m, n)=3$ を満たす L 成分のうち256個の画素が $\text{count}=2$ に置き換えられている。したがって、ステップS48では、 $L(m, n)=3$ を満たす L 成分の1280個の画素のうち1024個の画素を $\text{count}=3$ に置き換え処理を終了する。この結果、 L 成分のヒストグラムは、 $\text{Hist}(0)=1024$ 、 $\text{Hist}(1)=768$ 、 $\text{Hist}(2)=1280$ 、 $\text{Hist}(3)=1024$ となり、縮小画像と同形状のヒストグラム分布へと変換することができる。変換後の L 成分のヒストグラムを図12(c)に示す。このように、ヒストグラム変換は、 L 成分のヒストグラムの度数と縮小画像を $N/4$ 倍(1オクターブ分割時)したヒストグラムの度数とを順次比較し、 L 成分のヒストグラムを縮小画像のヒストグラムと同形状になるように変換する処理を行う。なお、同じ階調値(濃度値)において、他の階調値に置き換える画素は無作為に選んでもよく、あるいは、画像の上方に位置する画素から順次処理していき最初に現れる画素から優先して置き換えるようにしてもよい。

【0058】サブバンド画像の L 成分は、画像入力装置11から入力された原画像(ハーフトーン画像)をダウンサンプリングして得られるので、原画像を多階調画像に縮小した縮小画像とほぼ等価であると考えられる。

【0061】次に、 L 成分に対する垂直方向微分フィルタ処理結果 $dV(m, n)$ を求める。そして、垂直方向微分フィルタ処理結果 $dV(m, n)$ と、 LH 成分で

$$LH(m, n) = HL(m, n) + dH(m, n) / 4 \quad \dots (5)$$

【0062】さらに、水平方向微分フィルタ処理結果 $dH(m, n)$ と垂直方向微分フィルタ処理結果 $dV(m, n)$ とを求め、

$$dHV(m, n) = \sqrt{(dH(m, n))^2 + (dV(m, n))^2} \quad \dots (7)$$

【0063】そして、水平垂直方向微分処理結果 $dHV(m, n)$ と HH 成分である $HH(m, n)$ とから HH

$$HH(m, n) = HH(m, n) + dHV(m, n) / 4 \quad \dots (8)$$

【0064】本実施形態の画像処理装置1では、高域周波数成分除去手段14によって、サブバンド画像の周波数スペクトルから HL 成分、 LH 成分、 HH 成分として必要のないと考えられる高域周波数成分を雑音と見な

このため L 成分は、多階調画像に近い画像であると見なされるが、実際には、 L 成分のヒストグラム形状はまだ2値化画像の余韻を残し、偏った状態となっている。そこで、 L 成分に対してヒストグラム変換を行うことによって、より高精度な多階調画像への変換を行うことができる。

【0059】次に、低域周波数成分雑音除去手段16について説明する。低域周波数成分雑音除去手段16は、前記低域周波数成分再構成手段15でヒストグラム変換されたサブバンド画像の L 成分について、まず注目画素とその近傍画素を含むブロックを抽出する。そして、注目画素とその近傍画素との濃度差を求め、濃度差が閾値 T 以上ある画素が K 個以上あるときには、注目画素の濃度を、注目画素とその近傍画素との濃度差が閾値 T 以上ある画素の濃度の平均値に置き換える。前記低域周波数成分再構成手段15によってサブバンド画像の L 成分のヒストグラム変換を行うとコントラストが強調され、よって直立点もより強調されるが、上述した処理を行うことによって、このような画像領域に対して、エッジを保存したまま雑音を除去することができる。本実施形態では、上記注目画素とその近傍画素からなるブロックとして、 5×5 マスキングサイズを用いて $T=128$ 、 $K=16$ としている。

【0060】次に、輪郭補正手段17について説明する。輪郭補正手段17では、低域周波数成分雑音除去手段16によって雑音が除去された L 成分に対して輪郭(エッジ)の抽出処理である微分フィルタ処理を行う。図13(a)は水平方向微分フィルタの例を示す図であり、図13(b)は垂直方向微分フィルタの例を示す図である。まず、 L 成分に対する水平方向微分フィルタ処理結果 $dH(m, n)$ を求める。そして、水平方向微分フィルタ処理結果 $dH(m, n)$ と、 HL 成分である $HL(m, n)$ とから HL 成分を以下の式(5)によって補正する。

ある $LH(m, n)$ とから LH 成分を以下の式(6)によって補正する。

(m, n)とから以下の式(7)によって水平垂直方向微分処理結果 $dHV(m, n)$ を求める。

成分を以下の式(8)によって補正する。

して除去している。このため、高域周波数成分雑音除去手段14の処理では、実際に必要な高周波成分も除去しているおそれがある。しかしながら、上述した輪郭補正手段17によって最も雑音を含まいと思われる L 成

分から高域周波数成分の復元を行うことによって、さらに高精度な多階調画像を再構成することができる。また、上述した輪郭補正手段17では、微分フィルタ処理結果を4で割っているが、この値は任意に設定することが可能であり、事前に多くの画像で処理を行い、適切な値を設定しておけばよい。この補正は、ラプラシアンフィルタを用いたエッジ再現などで一般的に行われる方法と同様である。

【0065】次に、画像再交換手段18について説明する。画像再交換手段18は、画像交換手段13と同様に、図4に示したウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ再構成処理によって行われる。フィルタバンクとして2分割フィルタバンク*F_i* (*i*=0, 1)を用い、*F₀*をローパス成分再構成フィルタ、*F₁*をハイパス成分再構成フィルタとする。このとき、図4に示した2次元の逆離散ウェーブレット変換処理によってサブバンド画像から多階調画像を構成することができる。図14は、画像再交換手段19で、実際にサブバンド画像を多階調画像に変換する2次元の逆離散ウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ再構成処理を示す図である。まず、サブバンド画像のL成分、H成分に対してそれぞれ垂直方向成分再構成ローパスフィルタ51、垂直方向成分再構成ハイパスフィルタ52を用いて水平方向L成分を構成する。同様に、サブバンド画像のLH成分およびH成分に対してそれぞれ垂直方向成分再構成ローパスフィルタ53および垂直方向成分再構成ハイパスフィルタ54を用いて水平方向H成分を再構成する。さらに、水平方向L成分に対して水平方向成分再構成ローパスフィルタ55、水平方向H成分に対して水平方向成分再構成ハイパスフィルタ56を用いることによって、多階調画像を再構成することができる(図6参照)。本実施形態では、1オクターブ分割による処理の流れを示しているが、実際にはオクターブ分割処理の回数は1回に限定されるものではなく、処理時間や処理の精度を考慮して適切な分割回数を設定しておけばよい。

【0066】以上説明した画像処理装置1におけるハーフトーン画像を多階調画像に変換する画像処理は、この画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムによって実現してもよい。このプログラムはコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録される。したがって、上述した画像処理を行うプログラムを持ち運び自在に提供することができる。

【0067】前記記録媒体としては、たとえば、マイクロコンピュータで処理を行うためのメモリ、たとえばROMのようなものがプログラムメディアであってもよいし、また、外部記憶装置としてプログラム読み取り装置が設けられ、そこに記録媒体が挿入されることによって読み取り可能な記録媒体であってもよい。いずれの場合においても、格納されているプログラムはマイクロプロセッサがアクセスして実行させる構成であってもよ

いし、あるいはいずれの場合もプログラムを読み出し、読み出されたプログラムは、マイクロコンピュータのプログラム記憶エリアにダウンロードされて、そのプログラムが実行される方式であってもよい。このダウンロード用のプログラムは、あらかじめ本体装置に格納されているものとする。

【0068】ここで、前記プログラムメディアとは、本体と分離可能に構成される記録媒体であり、磁気テープやカセットテープなどのテープ系の記録媒体、フロッピー(登録商標)ディスクやハードディスクなどの磁気ディスクやCDROM、MO、MD、DVD、DVD-RAMなどの光ディスクであるディスク系の記録媒体、メモリカードを含むICカードや光カードなどのカード系の記録媒体、マスクROM、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、フラッシュROMなどによる半導体メモリを含めた固定的にプログラムを担持する記録媒体であってもよい。

【0069】また、本実施形態では、インターネットを含む通信ネットワークに接続可能なシステム構成であるので、通信ネットワークからプログラムをダウンロードするように流動的にプログラムを担持する媒体であってもよい。なお、このように通信ネットワークからプログラムをダウンロードする場合には、そのダウンロードしたプログラムは予め本体に格納しておくか、あるいは、別な記憶媒体からインストールされるものであってもよい。

【0070】以上のように本発明では、ハーフトーン画像を多階調画像に精度よく復元することができるので、たとえば、パーソナルコンピュータにおいてハーフトーン画像を圧縮画像として取り扱うことが可能となる。ハーフトーン画像を圧縮画像として取り扱うと、圧縮画像がハーフトーンの低階調画像であるので、この低階調画像をそのまま表示することによって、JPEG(The Joint Picture Experts Group)画像のように時間をかけて画像を復元することない。また、画像ファイルの大きな内容を知ることが可能となる。また、低階調画像を圧縮データとして取り扱うのではなく、MH(Modified Huffman)、MR(Modified Read)、JBIG(The Joint Bi-Level Image Experts Group)などで知られる2値画像圧縮技術によって圧縮したデータを圧縮データとして取り扱うことができる。したがって、インターネットなどにおいて画像をダウンロードする場合には、このダウンロードする情報量を削減することができ、通信費用を削減することも可能になる。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば、ハーフトーン画像から多階調画像を精度よく復元することができるので、多階調画像をハーフトーン処理によってハーフトーン画像化し、ハーフトーン画像を圧縮データとして取り扱うこと

ができる。

【0072】また本発明によれば、分割されたサブバンド画像の周波数スペクトルを求め、この周波数スペクトルからサブバンド画像の帯域に応じて高周波成分の雑音を除去するので、効率よく雑音を除去することができる。

【0073】また本発明によれば、注目画素とその近傍画素とから成るブロックを抽出して、注目画素とその近傍画素との濃度の差分の絶対値を求め、この絶対値が予め定められた閾値よりも大きくなる近傍画素の数が所定数以上存在するとき、注目画素の濃度を、前記濃度の差分の絶対値が予め定められた閾値よりも大きくなる近傍の濃度の平均値に置き換えるので、エッジを保存したまま雑音を除去することができる。

【0074】また本発明によれば、多階調の縮小画像の特徴としてこの縮小画像のヒストグラムを用いるので、低域周波数成分の再構成を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態である画像処理装置1を示すブロック図である。

【図2】図2(a)は図1の画像処理装置1に入力されるハーフトン画像であり、図2(b)は図1の画像処理装置1から出力される多階調画像である。

【図3】本発明の実施の一形態である画像処理装置1の処理動作を示すフローチャートである。

【図4】ウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ分割処理および再構成処理を示す図である。

【図5】実際に入力ハーフトン画像をサブバンド画像に分割する2次元の離散ウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ分割処理を示す図である。

【図6】入力ハーフトン画像に対してウェーブレット変換のツリー構成によるオクターブ分割処理を行った結果を示す図である。

【図7】サブバンド画像の周波数スペクトルを示す図である。

【図8】水平方向高域周波数成分の周波数スペクトル領域を模倣的に示す図である。

【図9】垂直方向高域周波数成分の周波数スペクトル領域を模倣的に示す図である。

【図10】水平垂直方向高周波成分の周波数スペクトル領域を模倣的に示す図である。

【図11】ヒストグラム変換処理のフローチャートを示す図である。

【図12】図12(a)、(b)および(c)は、ヒストグラム変換処理の例を示す図である。

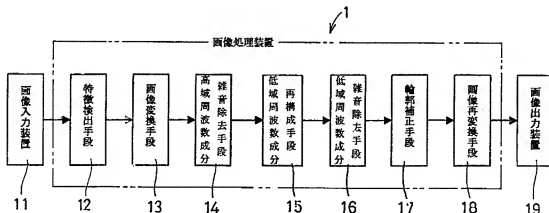
【図13】図13(a)は水平方向微分フィルタの一例を示す図であり、図13(b)は、垂直方向微分フィルタの一例を示す図である。

【図14】2次元の逆離散ウェーブレット処理によってサブバンド画像から画像を再構成する処理を示す図である。

【符号の説明】

- 1 画像処理装置
- 12 特徴検出手段
- 13 画像交換手段
- 14 高域周波数成分雑音除去手段
- 15 低域周波数成分再構成手段
- 16 低域周波数成分雑音除去手段
- 17 輪郭補正手段
- 18 画像再交換手段
- 19 画像再交換手段

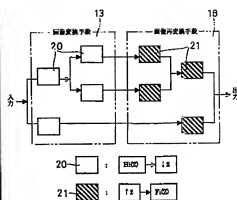
【図1】



【図2】

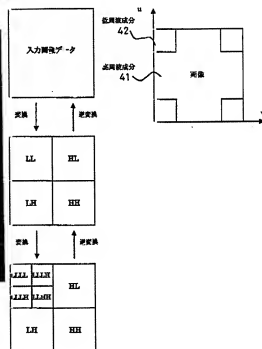
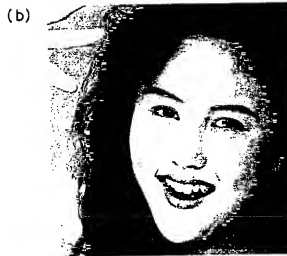


【図4】



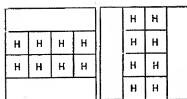
【図6】

【図7】



【図8】

【図9】



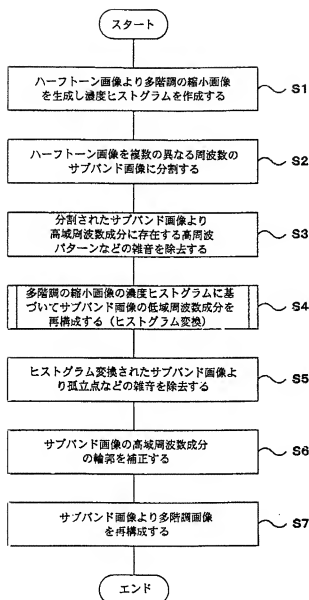
【図10】



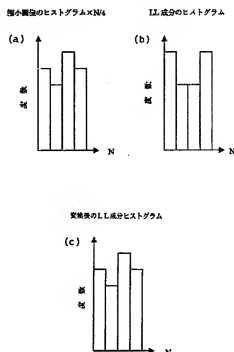
【図13】



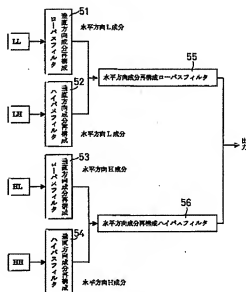
【図3】



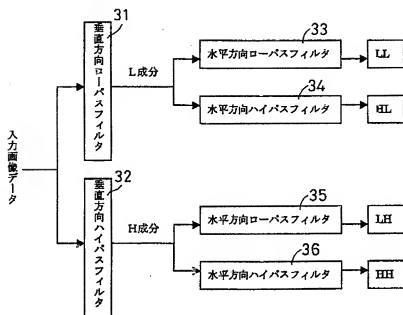
【図12】



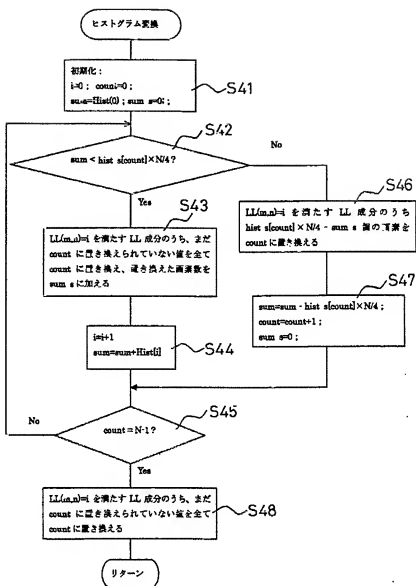
【図14】



【図5】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 CA07 CB08 CD05 CE02 CE03
CE11 DA17 DC23
5C077 LL19 MP01 NN02 PP20 PP49
PQ19